

Von stromlos zu Strom los ! – EcoTrain der Erzgebirgsbahn



Entwicklung einer innovativen Antriebsplattform

DB RegioNetz Verkehrs GmbH Erzgebirgsbahn

Sören Claus

Dresden, 07.11.2014

Agenda

1. DB RegioNetz Erzgebirgsbahn, kurze Vorstellung
2. Elektromobilität bei der Bahn, wo stehen wir
3. Hybrid der Westfrankenbahn - Kooperationsprojekt DB RegioNetz mit MTU
4. Erkenntnisse aus dem Projekt Westfrankenbahn
5. EcoTrain der Erzgebirgsbahn

DB RegioNetz Erzgebirgsbahn

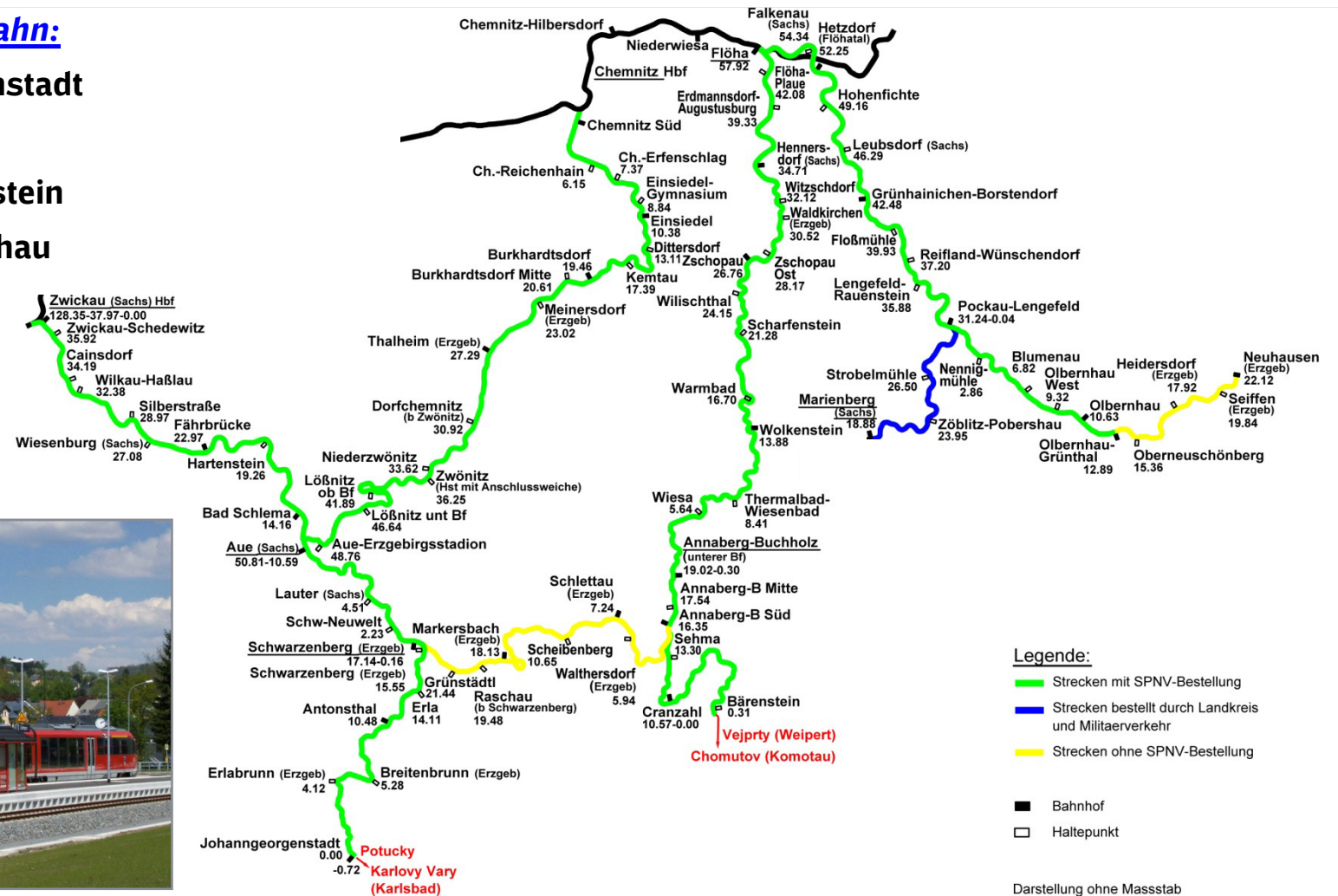
Strecken der Erzgebirgsbahn:

Zwickau – Johanngeorgenstadt

Chemnitz – Aue

Chemnitz - Flöha – Bärenstein

Chemnitz - Flöha - Olbernhau



DB RegioNetz Erzegebirgsbahn

Zahlen, Fakten, Daten

Geschäftssitz Chemnitz	Streckenlänge	232 km
Linienetz 217 km	Gleiskilometer	250 km
Pkm 36,75 Mio. jährlich	Weichen	171 Stück
Zugkm 2,4 Mio. jährlich	Stellwerksanlagen	12 Stück
Züge je Tag 150	Verkehrsstationen	74 (eigene)
Fahrgäste 5.500 täglich	Bahnübergänge	260 Stück <small>davon 112 technisch gesichert</small>
Fahrzeuge: 16 Triebwagen VT 642	Brücken	282 Stück
	Durchlässe	608 Stück
243 Mitarbeiter / 5 Auszubildende	Tunnel	4 Stück
Besteller: Zweckverband Verkehrsverbund Mittelsachsen	Stützbauwerke	27.5 km

Agenda

1. DB RegioNetz Erzgebirgsbahn, kurze Vorstellung
2. Elektromobilität bei der Bahn, wo stehen wir
3. Hybrid der Westfrankenbahn - Kooperationsprojekt DB RegioNetz mit MTU
4. Erkenntnisse aus dem Projekt Westfrankenbahn
5. EcoTrain der Erzgebirgsbahn

Elektromobilität hat bei der Bahn eine lange Tradition



Quelle: Deutsches Museum

- Erste Elektrolokomotive bereits 1879 von SIEMENS vorgestellt

- Technische Daten:

Stromsystem:

Gleichstrom 120 bis 150 V

Leistung:

2,2 kW

Zugkraft:

75 kN (3 Wagen mit je 6 Personen)

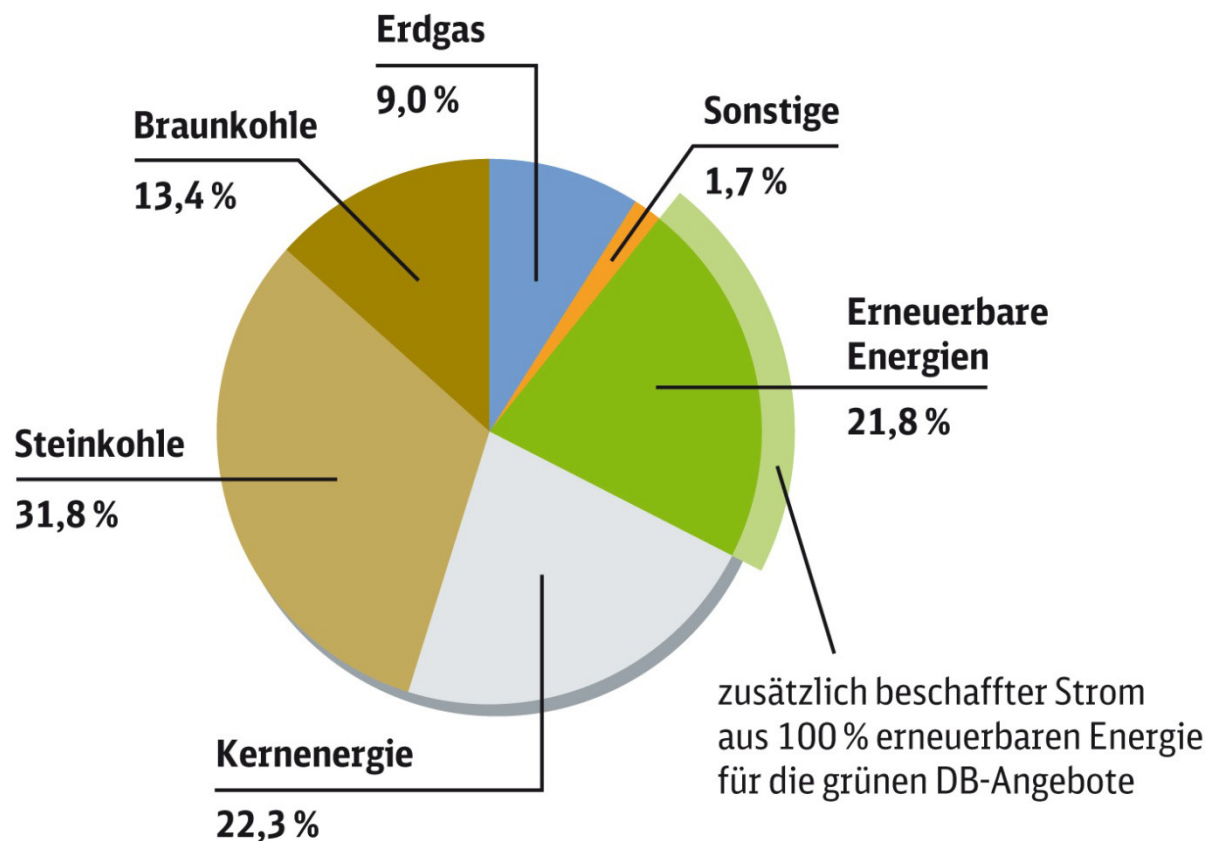
Gewicht:

954 kg

Höchstgeschwindigkeit:

7 km/h

Über 90 Prozent der Verkehrsleistung der DB werden mit elektrischer Traktion erbracht



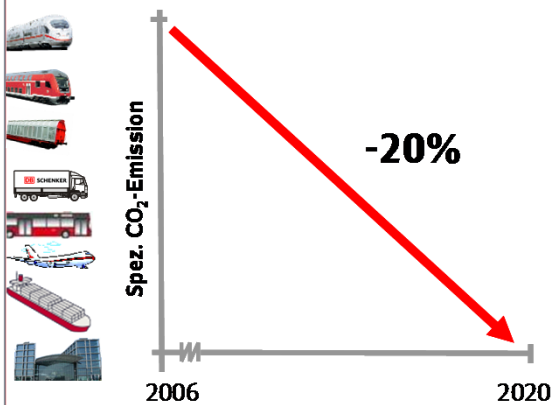
- Der Bahnstrommix entspricht in etwa dem Mix im öffentlichen Netz
- Der Anteil der erneuerbaren Energien im allgemeinen Bahnstrommix ist 2011 um weitere zwei Prozentpunkte gewachsen
- Die Wirkung der „grünen“ DB-Produkte kommt hinzu

* Vorläufiger Wert im Hinblick auf die abschließende Berichterstattung gem. § 42 EnWG

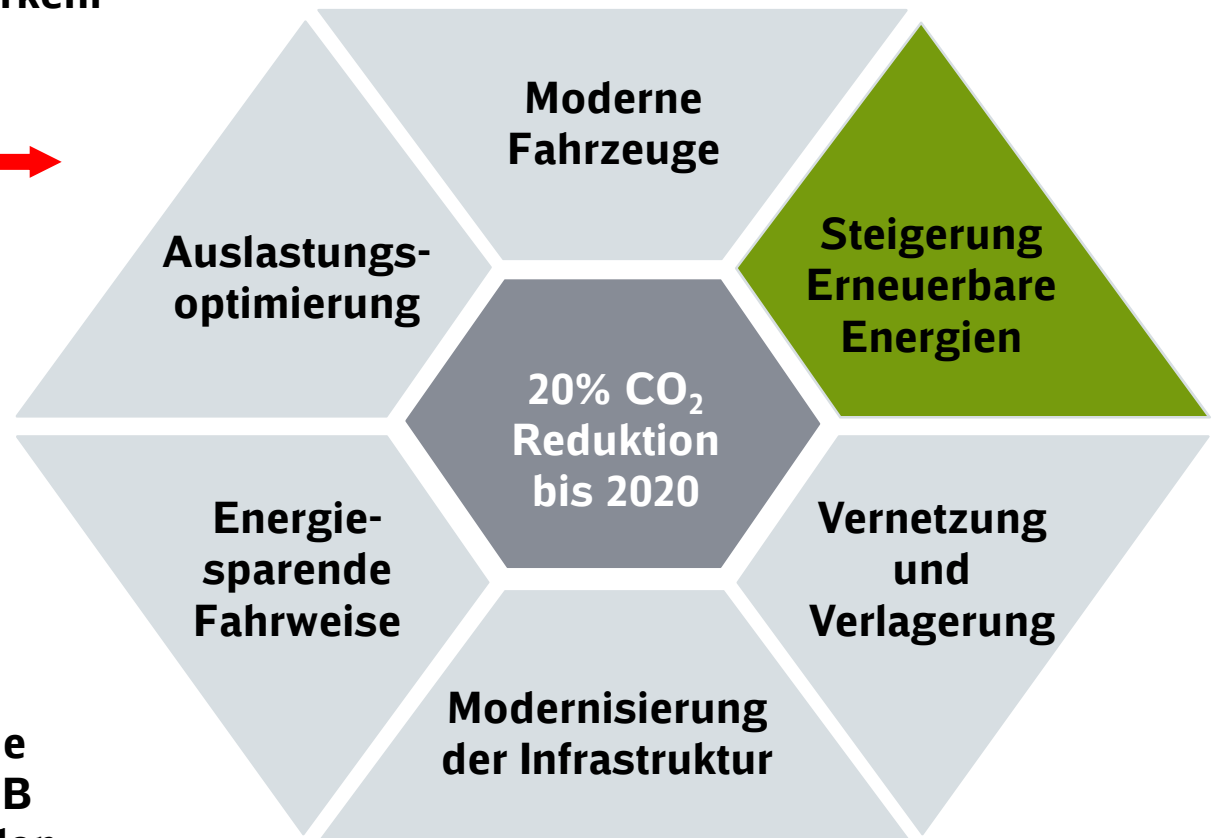
Die Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien im Bahnstrommix ist Teil des Klimaschutzprogramms 2020

Von 1990 bis 2011 sanken die spezifischen CO₂-Emissionen im DB-Schienenverkehr um 45 Prozent.

Bis 2020: 20% weniger spez. CO₂-Emission (alle Verkehrsmittel)



Zwischen 2006 und 2011 konnten die spezifischen CO₂-Emissionen der DB konzernweit um 8,5 % gesenkt werden.



Wo stehen wir heute?

- ▶ **Fernverkehr:** **2,0 l** pro Person und 100 km
Dieseläquivalent ab Kraftwerk (D)
bei $v_{\max} = 300$ km/h und 100 % Besetzung
- ▶ **Nahverkehr:** **1,0 l** pro Person und 100 km
Dieseläquivalent ab Kraftwerk (D)
bei $v_{\max} = 80$ km/h und 100 % Besetzung
- ▶ **Stadtverkehr:** **1,5 l** pro Person und 100 km
Dieseläquivalent ab Kraftwerk (D)
bei $v_{\max} = 60$ km/h und 100 % Besetzung
- ▶ **Güterverkehr:** **niedrigster spezifischer Energiebedarf**
15 ... 30 $\text{Wh} / \text{t} / \text{km}$ ab Fahrleitung
45 ... 90 $\text{Wh} / \text{t} / \text{km}$ ab Kraftwerk (D)



VDE

Agenda

1. DB RegioNetz Erzgebirgsbahn, kurze Vorstellung
2. Elektromobilität bei der Bahn, wo stehen wir
3. Hybrid der Westfrankenbahn - Kooperationsprojekt DB RegioNetz mit MTU
4. Erkenntnisse aus dem Projekt Westfrankenbahn
5. EcoTrain der Erzgebirgsbahn

DB RegioNetz und MTU entwickelten mit Unterstützung der öffentlichen Hand einen Erprobungsträger mit Hybridantriebssystem



Übergabe des Förderbescheids für die „Demonstration eines Hybridschienenfahrzeugs und Nachweis der technischen Alltagstauglichkeit“ am 17.09.2010 anlässlich der Innotrans 2010

 		 <i>Westfrankenbahn</i>
Förderung	 <i>Power. Passion. Partnership.</i>	Fahrzeugintegration und Erprobung
Technische Entwicklung Antriebsstrang		

Im Rahmen des Projektes sollte Integrations- und Zulassungsfähigkeit sowie die Alltagstauglichkeit nachgewiesen werden

Zielsetzung: 1. Schritt für fahrdrahtunabhängige Elektromobilität

An einem Erprobungsfahrzeug bei der DB RegioNetz - Westfrankenbahn sollte die Hybridtechnologie auf



Validierung der von MTU prognostizierten Kraftstoffeinsparung von bis zu 25%



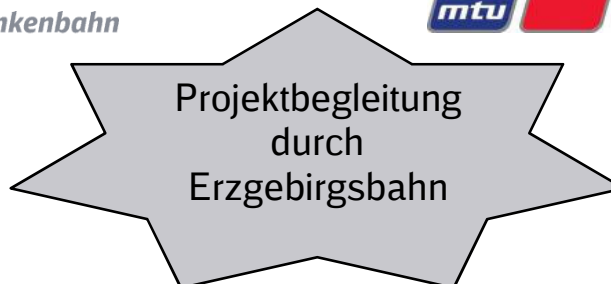
Nutzung von elektrischer Energie aus **Li-Ionen-Batterien** für die Traktion und



Minderung der **CO2**-Emissionen

untersucht werden.

Projektpartner:



Die Überführung des Erprobungsträger in die Serienreife ist auf der Basis des aktuellen Konzeptes nicht möglich

Erkenntnisse aus dem aktuellen Hybridisierungsprojekt Westfrankenbahn

Meilensteine des aktuellen Projektes

- Entwicklung Hybridsystem
- Engineering zur Fahrzeugintegration
- Fahrzeugumbau und Inbetriebnahme
- Zulassungsfähigkeit
- Nachweis der Alltagstauglichkeit
- Überprüfung auf Basis von theoretischen Betrachtungen / Prüfstandsuntersuchungen



Erkannte Probleme der eingesetzten technischen Lösung

- **Reduzierte Sitzplatzkapazität** (-33) zur Einhaltung der erforderlichen Fahrzeugmasse
- **Rückgewinnung** von Bremsenergie nur **begrenzt** nutzbar (max. ca. 20%)
 - Wesentliche Einschränkung durch zu kleinen Li-Ionen Speicher
- **Entkopplung** des Dieselmotors von der elektrischen Maschine
- **Momentensprünge** beim Schalten
- **Verfügbarkeit** des Hybridsystems mangelhaft

Fazit:
wesentliche Meilensteine im Vorhaben wurden erreicht.

Technische Neukonzeption mit Betrachtung Gesamtsystem Fahrzeug sinnvoll

Agenda


1. DB RegioNetz Erzgebirgsbahn, kurze Vorstellung
2. Elektromobilität bei der Bahn, wo stehen wir
3. Hybrid der Westfrankenbahn - Kooperationsprojekt DB RegioNetz mit MTU
4. Erkenntnisse aus dem Projekt Westfrankenbahn
5. EcoTrain der Erzgebirgsbahn

Auf Basis der Erkenntnisse des Erprobungsträgers soll ein EcoTrain entwickelt und zur Serienreife geführt werden

Projektziele ...

- **Neudimensionierung** der Radsatz- und Drehgestelllasten >16t
- **Erhöhung des Rekuperationspotenzials**
- **Innovationen am Hybridantrieb**
 - serieller, dieselektrischer Antrieb
 - Reduzierung Dieselantriebsleistung
 - modularer Aufbau der Antriebsanlage
- **Elektrifizierung der Nebenverbraucher**
- **Entwicklung intelligente Steuereinheit**
 - Einbindung Nebenverbraucher ins Energiemanagementsystem
 - Verknüpfung Fahrplanassistenzsystem
- **Entwicklung modulares Speicherkonzept**
 - Zuschnitt auf Lastanforderungen
 - Kombispeicher aus Supercap u. Li-Ionen
- **Einsatz umweltfreundliche Klimaanlage**
- **Umsetzung Nachladekonzept** 

Projektpartner ...

- Konsortialführer: DB RegioNetz
- Engineering: DB Systemtechnik
- Hersteller: DB RegioNetz 
- Umbau: DB Erzgebirgsbahn Chemnitz

DB

- Simulation und Systemauslegung
- Dimensionierung Kombispeicher ...

**Fraunhofer
Institut Dresden**

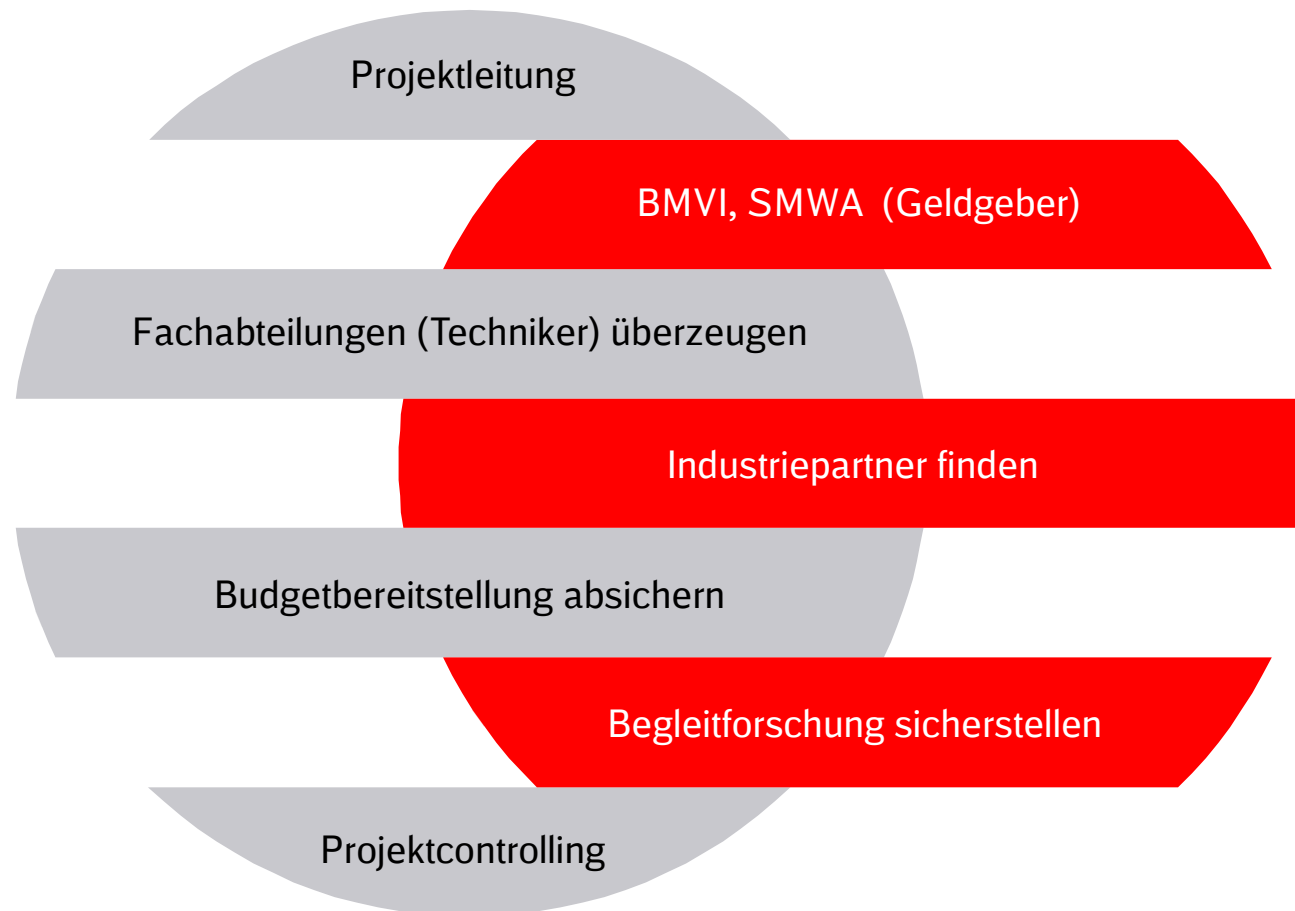
- Nachweisführung wirtschaftlicher und ökologischer Vorteilhaftigkeit

TU Chemnitz

- Konduktive o. Induktive Nachladung

TU Dresden

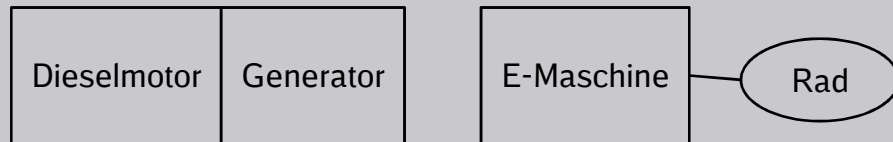
Eine gute Idee genügt nicht, um ein Projekt starten zu können – Netzwerkarbeit u.a. Grundlage des Erfolgs



Untersuchung von acht alternativen Hybridisierungskonzepten wurde in der ersten Projektphase EcoTrain gefördert

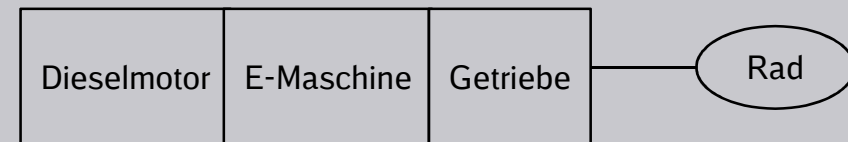
Serieller Hybrid

- Trennung zwischen elektrischer Energieerzeugung und (rein elektrischem) Antrieb

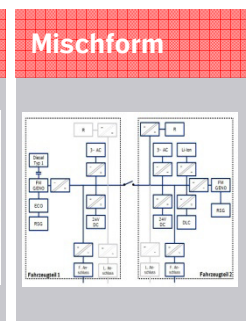
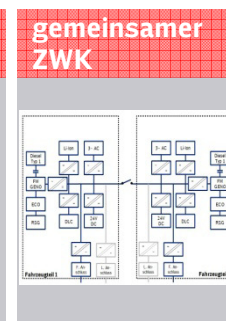
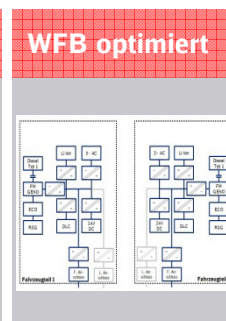
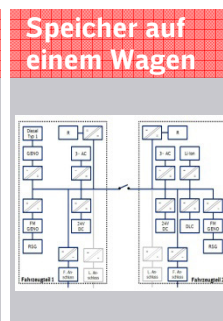
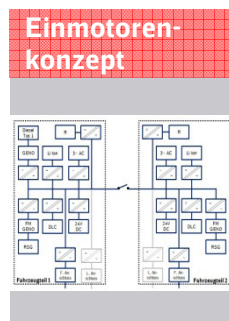
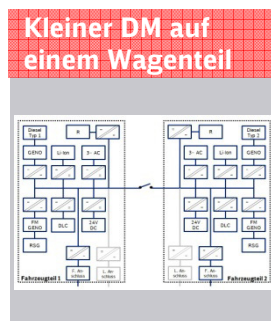
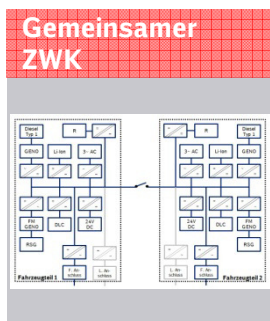
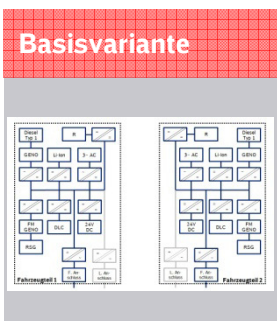


Paralleler Hybrid

- Antrieb erfolgt in Kombination aus Dieselmotor und E-Maschine



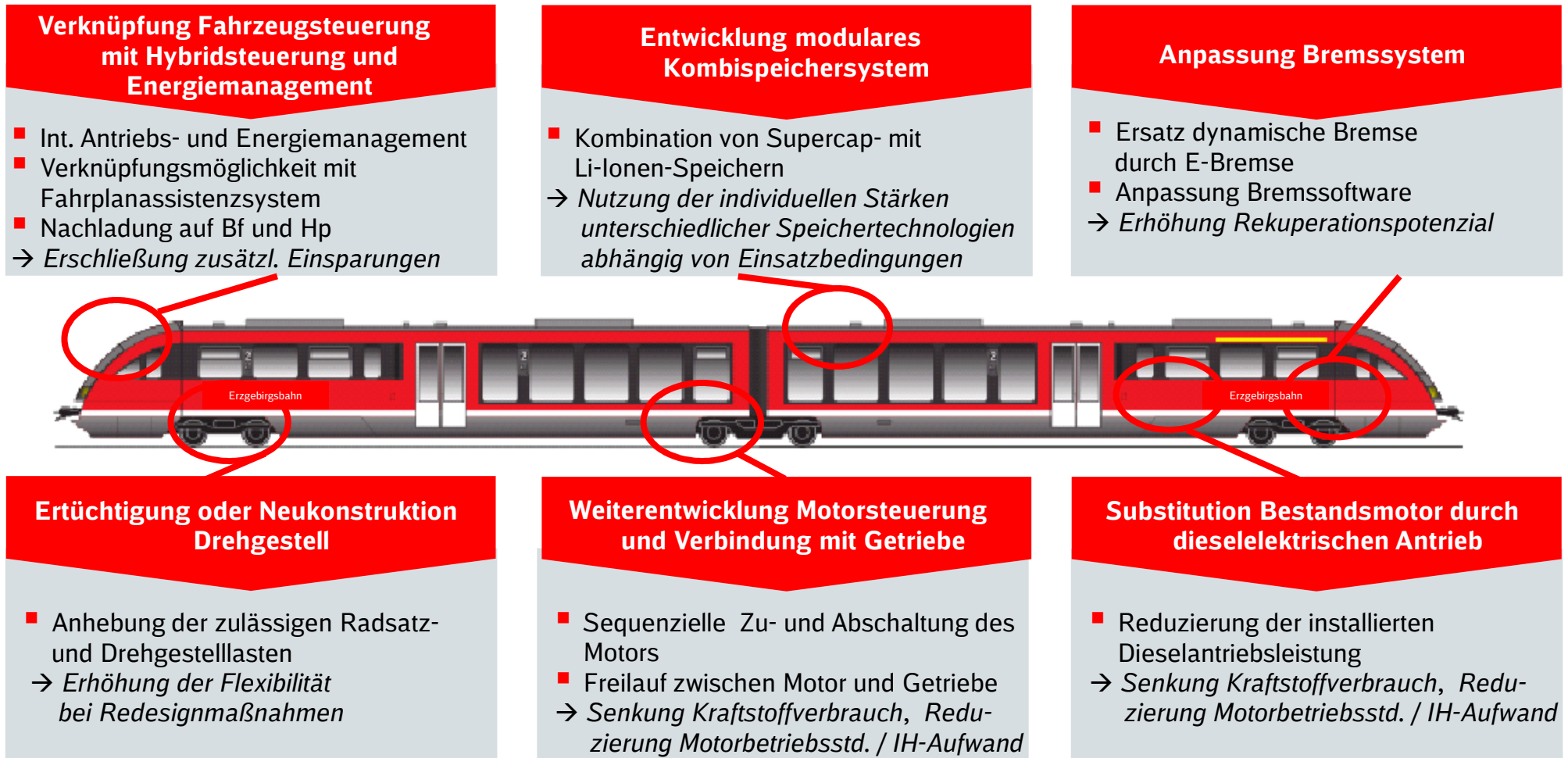
Serieller Hybrid



Paralleler Hybrid

EcoTrain: Entwicklung einer innovativen Technologieplattform für Antriebs-, Leit- und Nebenverbrauchstechnik (VT 64x)

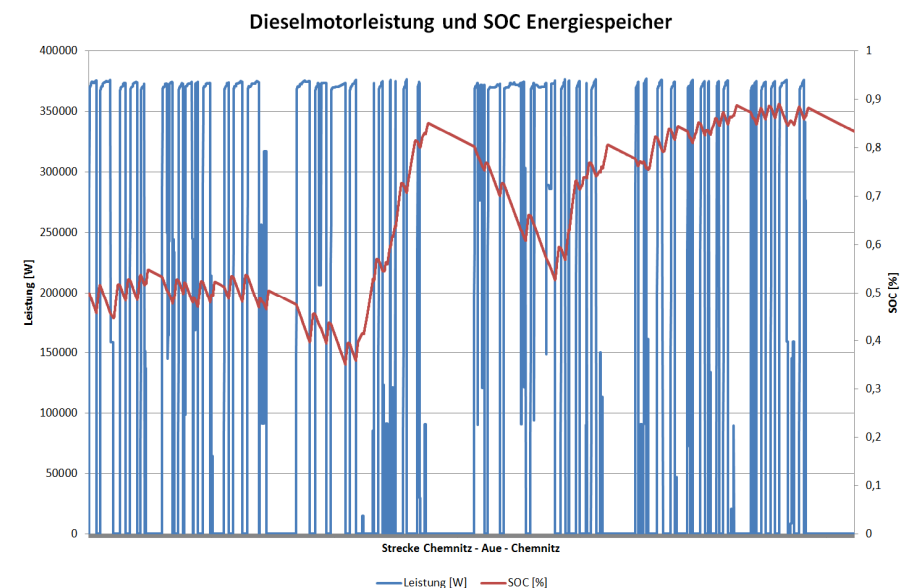
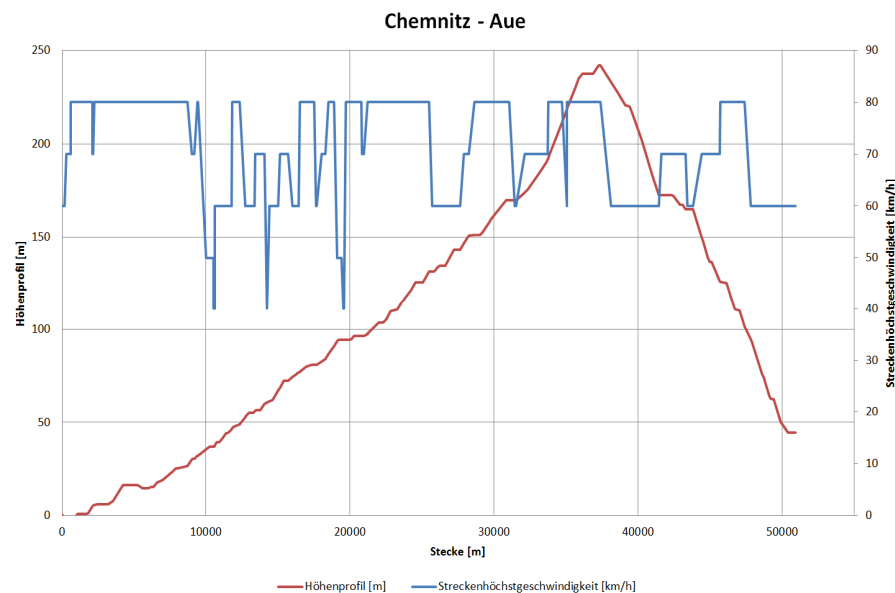
Wesentliche Inhalte der Weiterentwicklung der Komponenten und Fahrzeugparameter



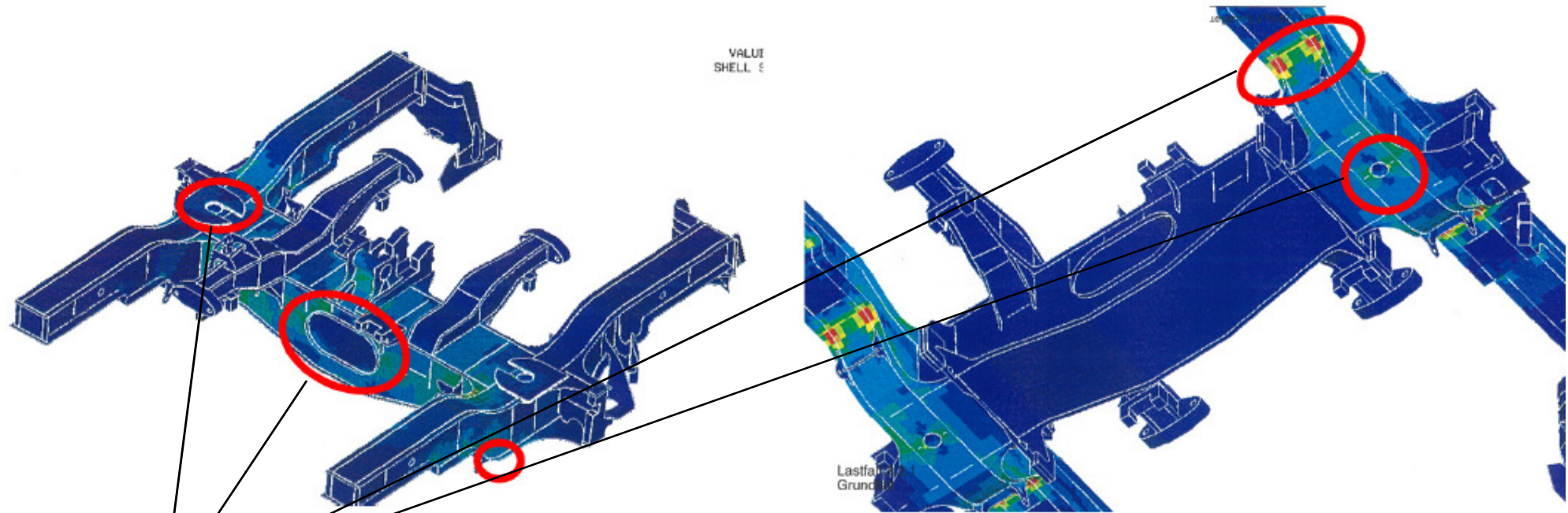
Simulationsergebnisse bestätigen die Leistungsfähigkeit des seriellen Einmotorenkonzepts auf dieselektrischer Basis

Um die technischen Konzepte auf deren Leistungsfähigkeit und Einsparpotential hin zu überprüfen wurden die nachfolgende Schritte in einer Simulationsumgebung durchgeführt:

- Abbildung des Triebfahrzeugs mit den verschiedenen Antriebsträngen auf Basis generischer Modelle
- Abbildung der Strecken der Erzgebirgsbahn
- Simulation in einem Worst-Case-Szenario (Volle Beladung, keine Energiesparende Fahrweise)
- Vergleich der Verbräuche und Speicherbelastung

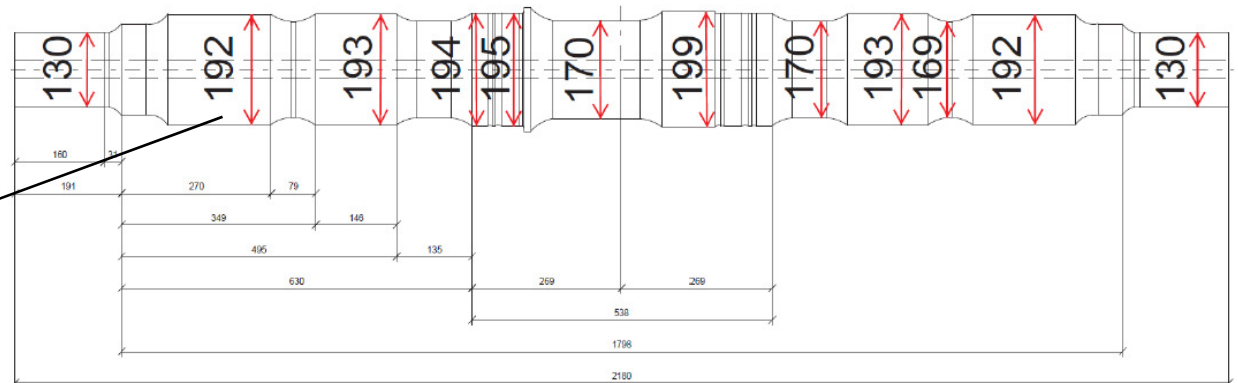


Höheres Gewicht macht Neuentwicklung von Drehgestellen und Radsätzen erforderlich

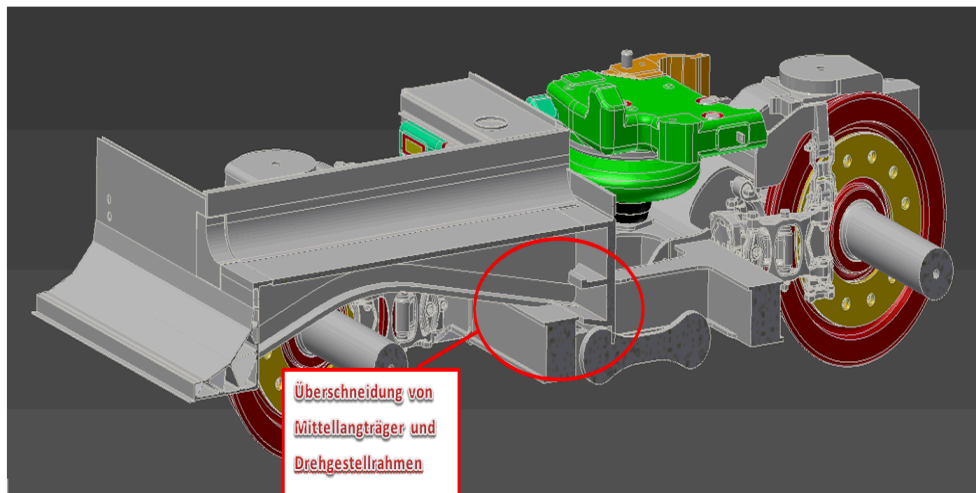


Schwachpunkte am Drehgestellrahmen

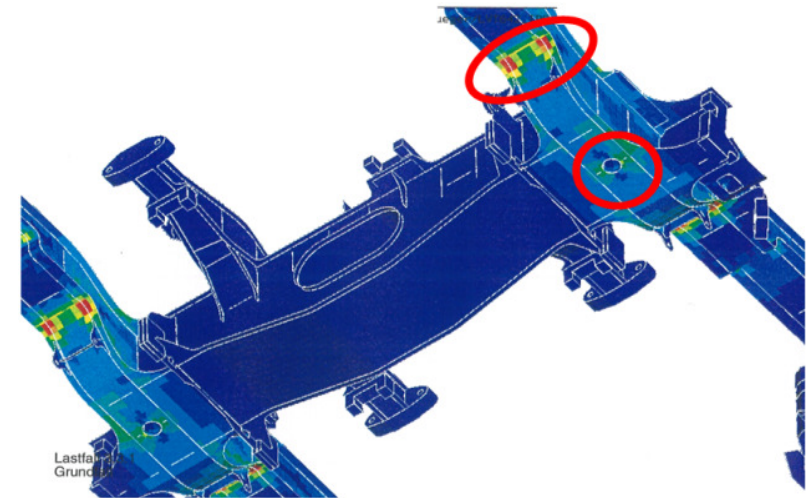
Auslegung Radsatzwelle



Im Ergebnis der Untersuchung zur technisch möglichen Erhöhung der Radsatz- und Drehgestelllasten ist eine Neuentwicklung notwendig

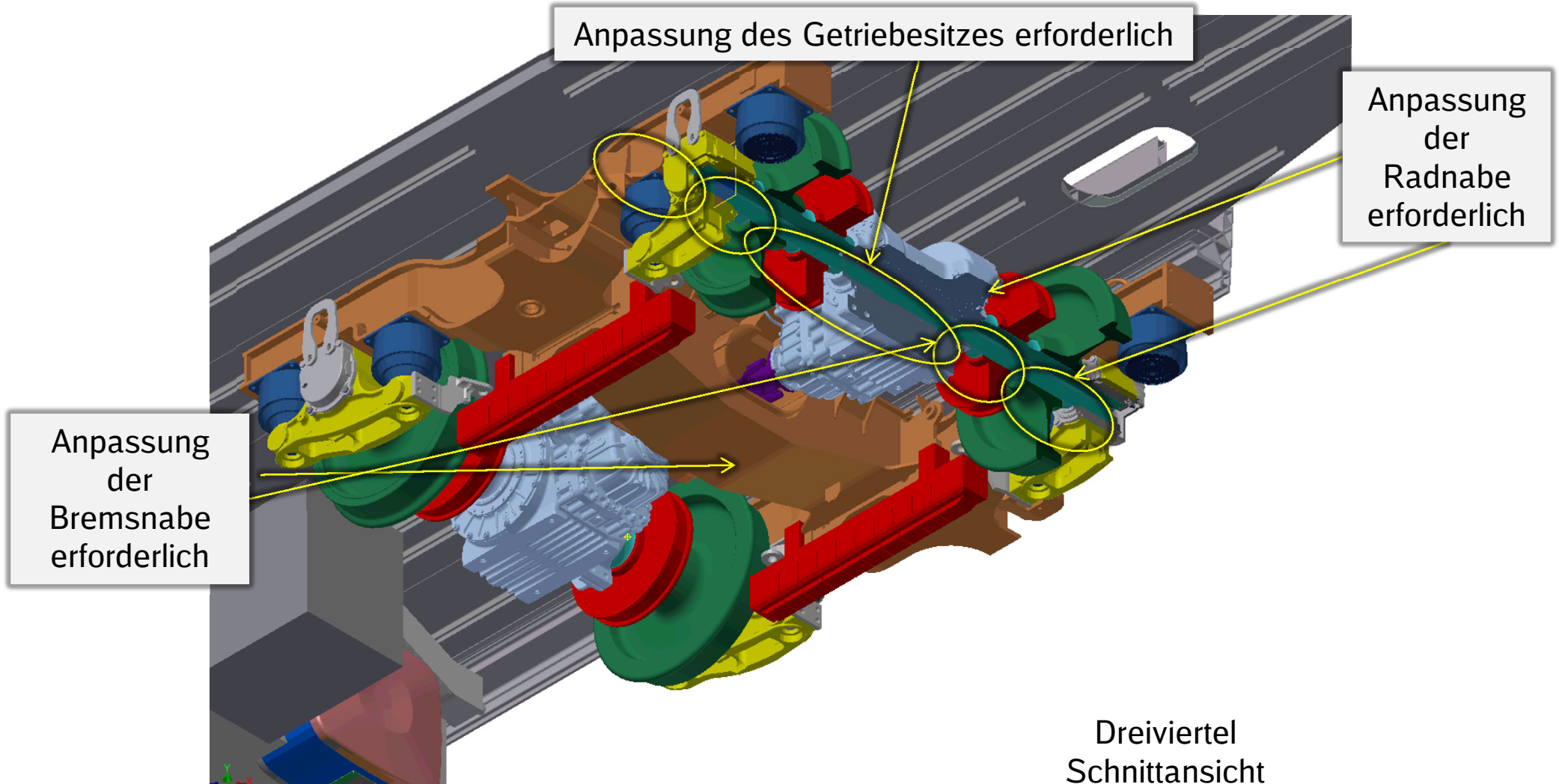


Nutzung von vorhandenen Drehgestellen aufgrund Kollisionspunkte im Mittellangträger und Drehgestellrahmen nicht möglich



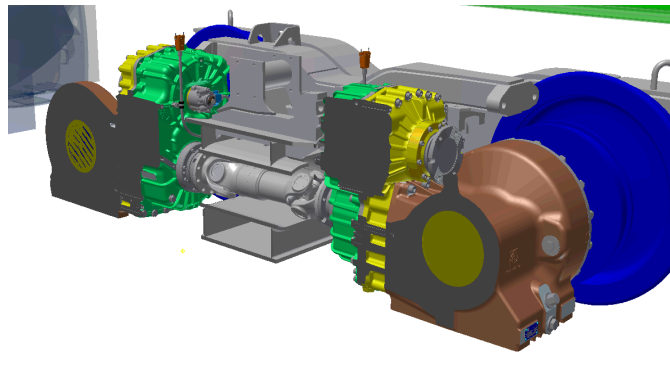
Festigkeitsberechnung zeigt kritische Spannungszustände des Drehgestells

Stärkere Radsatzwelle erfordert neue Anbaukomponenten

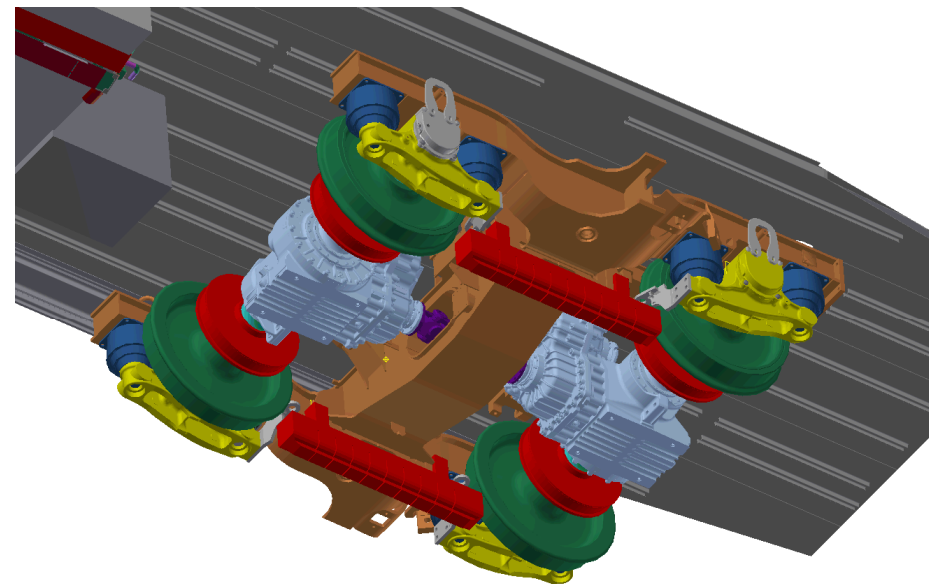


Für die Konzeptentwicklung eines neuen Drehgestells ist eine Einbauuntersuchung notwendig

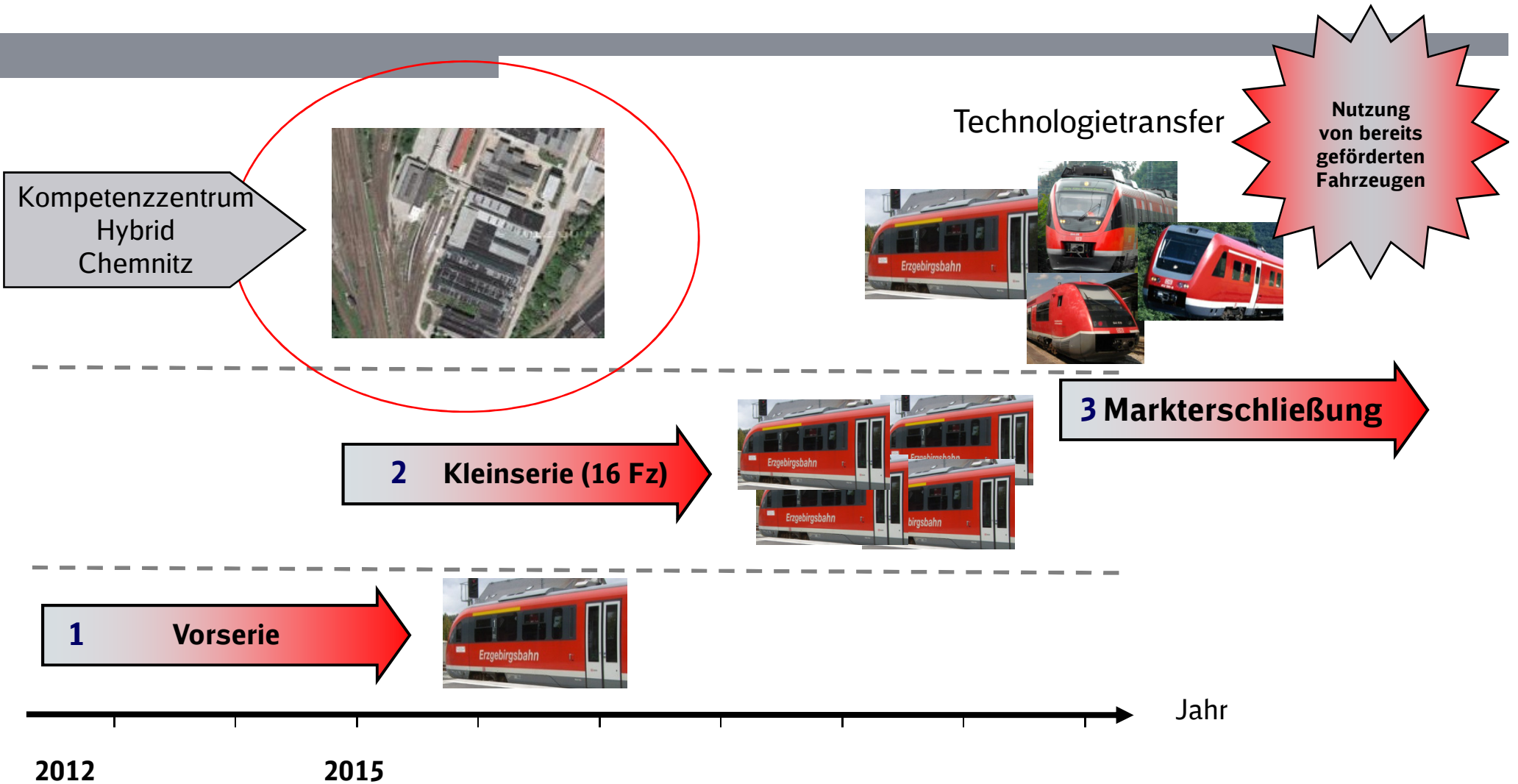
Einbauuntersuchungen sind wesentliche Grundlagen für die Erstellung von Lastenheften



Auswahl der Komponenten unter Berücksichtigung des neuen Fahrzeuggesamt-systems und des Einbauraums



Der EcoTrain verbindet Ökonomie und Ökologie im SPNV Eine Ausweitung der Technologie auf weitere Baureihen ist möglich



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

